

Informes de la Construcción  
Vol. 58, 504, 5-18  
octubre-diciembre 2006  
ISSN: 0020-0883

## Avances al estudio de impacto ambiental del proyecto de aprovechamiento integral de recursos naturales “Mar de Trafalgar”

### *Advances of environmental impact assessment of the project of take advantage of the natural resources “Sea of Trafalgar”*

A. Bejarano<sup>(\*)</sup>

#### RESUMEN

El proyecto “Mar de Trafalgar” fue concebido con el objetivo de aprovechar íntegramente los recursos naturales del golfo de Cádiz, de una forma limpia, sostenible y con escasa o nula repercusión ambiental, estableciéndose como base del citado desarrollo el aprovechamiento del enorme potencial eólico que presentan las áreas que circundan al Estrecho de Gibraltar. Íntimamente ligado a la aerogeneración eléctrica *offshore* se plantearon, de forma paralela, otros vectores de desarrollo, siendo el impulso de una moderna acuicultura en mar abierto y la regeneración de los caladeros artesanales de pesca las alternativas seleccionadas para la internalización de las excelentes condiciones bioclimáticas del golfo gaditano. El agrupamiento de toda esta batería de consideraciones en una sola actuación hace que el proyecto “Mar de Trafalgar” se presente a la vanguardia del desarrollo tecnológico actual, no contando con ningún tipo de referentes a nivel europeo ni mundial.

113-76

**Palabras clave:** estudio de impacto ambiental, sostenibilidad, eólica, acuicultura, *offshore*.

#### SUMMARY

The project “Sea of Trafalgar” was conceived with the objective to take advantage of the natural resources the gulf of Cadiz, of a clean, sustainable form and with little or null environmental repercussion, settling down as it bases of the mentioned development the advantage of the enormous aeolian potential that displays the areas that they surround to the Strait of Gibraltar bounded to offshore electrical wind generation were considered in parallel way, other vectors of development, being the impulse of a modern aquaculture in open sea and the regeneration of the traditional places for casting fishing-nets were the best alternatives selected to profit the excellent bioclimatic conditions of the gulf of Cadiz. The group of all this considerations in a single performance does that the project “Sea of Trafalgar” appears to the vanguard of the present technological development, not telling on any type of referring to European nor world-wide level.

**Keywords:** environmental impact assessment, environmentally friendly, aeolian, aquaculture, *offshore*.

<sup>(\*)</sup> Director Técnico de la Delegación Andalucía de TECNOAMBIENTE. Pueblo marinero de Puerto Sherry. El Puerto de Santa María, Cádiz (España).

## 1. INTRODUCCIÓN

La singularidad y particularidad del proyecto de aprovechamiento integral de recursos naturales “Mar de Trafalgar” implica que su concepción general diste bastante de las pautas habituales seguidas al día de hoy para el desarrollo convencional de la energía eólica *offshore* en el norte de Europa. Su concepción, lejos de configurarse como una simple instalación de aerogeneración eléctrica, enlazaría más correctamente con la planificación, diseño y ejecución de una actuación integral sobre el litoral que presenta, adicionalmente, una elevada especificidad territorial, objetivo que se consigue seleccionando minuciosamente la totalidad de sus componentes principales, tanto estructurales como funcionales, en base a la realidad física, natural, social y económica del emplazamiento elegido. Con ello, se logra dotar a la comarca de La Janda, y más concretamente a su frente litoral, de los principales pilares sobre los que apoyar su economía, actualmente inmersa en un estado patente de regresión, planteándose un aprovechamiento integral de sus recursos naturales bajo criterios prioritarios de sostenibilidad ambiental. Esta situación junto a otras particularidades metodológicas, incluso de carácter sustancial como las relativas a la fase de *screening*, hacen que este proyecto cuente con una singularidad manifiesta, detectándose incluso particularidades relevantes en el desarrollo habitual del procedimiento administrativo de autorización que habitualmente lo regula.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto de aprovechamiento integral de recursos naturales “Mar de Trafalgar” ha sido promovido por la Agrupación de Desarrollo Sostenible de la Comarca de Trafalgar (AIE). Por otro lado, en lo referente a la ingeniería conceptual básica, este proyecto ha sido concebido por un equipo de trabajo liderado por D. César del Campo Ruiz de Almodóvar, siendo la ingeniería de desarrollo INR (Ingeniería de Recursos Naturales).

Para conseguir los objetivos planteados en el proyecto, se dispusieron una serie de medidas que ha velado, en todo momento,

por el óptimo desarrollo y diseño del mismo. Entre ellas, cabe hacerse mención especial, por su importancia conceptual, las que a continuación se relacionan:

- La inclusión de un equipo multidisciplinar de especialistas, incluidos ambientalistas, desde las primeras etapas de concepción y toma de decisiones (tal y como se recoge en la *Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la Evaluación de las Repercusiones de determinados Proyectos Públicos y Privados sobre el Medio Ambiente*).
- La selección de las acciones más acordes desde el punto de vista de la conservación del medio ambiente, capaces de alcanzar los objetivos conceptuales del proyecto con los mínimos costes ambientales, destacándose la correcta selección del emplazamiento y la elección de los aspectos constructivos adecuados.

Este procedimiento, en el que se han incorporado secuencialmente las conclusiones de los estudios apriorísticos de las incidencias potenciales, ha permitido modelar las principales acciones del proyecto, de forma que las medidas que habitualmente forman parte del estudio de impacto ambiental, es decir, aquellas protectoras, mitigadoras y correctoras, redactadas siempre *a posteriori*, han sido tenidas en cuenta a la hora de acometer el diseño del proyecto, retroalimentando, con ello, el proceso de toma de decisiones. Bajo este escenario ha sido abordado el mayor de los retos que planteaba el proyecto de “Mar de Trafalgar”, conseguir un diseño estructural del mismo acorde y plenamente condicionado al entorno receptor del global de la actuación. Para ello, ha debido acometerse una detallada planificación territorial y tecnológica desarrollada ambas en perfecta sintonía a fin de evitar desajustes no deseados que pudieran derivar en impactos irreversibles sobre el medio ambiente.

Así, dentro de la *Planificación Territorial* se han estudiado variables como las que a continuación se relacionan:

- Distancia a costa. Se seleccionó un emplazamiento que contará con unas características óptimas para su fondeo (profundidad adecuada) y que, de forma adicional, estuviese lo suficientemente

alejado de costa como para minimizar el impacto visual. Como se desprende de la Figura 1, la distancia mínima del polígono de instalación a la costa ronda los 10 km, distancia más que suficiente como para aseverar que la presencia de los aerogeneradores dentro del paisaje marino pueda ser considerada como testimonial.

- Comunidades bentónicas. Para seleccionar el emplazamiento también se tuvo en cuenta las comunidades bentónicas de los fondos implicados. Como puede comprobarse (Figura 2), se ha evitado el solapamiento de las unidades de aerogeneración con fondos de sustrato rocoso o vegetado sobre las que habitualmente se asientan comunidades bentónicas de fragilidad relevante. Así, la totalidad de las unidades proyectadas se han localizado sobre arenas libres de vegetación.
- Paso de aves migratorias por el Estrecho de Gibraltar. Según las informaciones recabadas de entidades de prestigio [Sociedad Española de Ornitología (SEO), Grupo Ornitológico del Estrecho (GOES), etc.], el polígono de instalación no se interpone, ni total ni parcialmente, con las principales rutas de migración de aves (Figura 3), las cuales utilizan áreas localizadas al este del emplazamiento donde la distancia entre ambos continentes se hace mínima.
- Caladeros de la Flota Artesanal. Como se desprende de la consulta de la Figura 4, el polígono de instalación no solapa con los caladeros próximos donde faena la flota artesanal adscrita a Conil de la Frontera y Barbate. Concretamente se localiza en las zonas donde presentan su actividad la flota de arrastre, arte considerada altamente agresiva con el entorno natural, al destruir las comunidades naturales de los fondos que receptionan dicha actividad. La presencia del parque eólico *offshore* limitaría

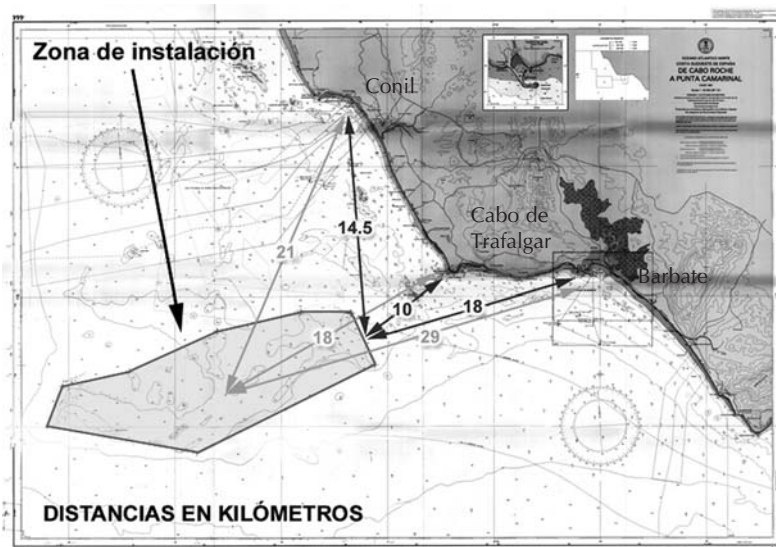


Figura 1. Distancias entre el polígono de instalación y áreas de sensibilidad (metropolitanas y de interés paisajístico).

esta actividad en el área ocupada por el mismo, lo que repercutiría positivamente sobre el caladero de pesca artesanal próximo, ya que actuaría como "reserva" para la cría de especies que potencialmente pueden incorporarse, *a posteriori*, al recurso artesanal.

- Migración de túnidos. En la Figura 5 se establecen las principales rutas utilizadas por el atún rojo para acceder al mar Mediterráneo para su reproducción (migración genética). En cualquier caso, la presencia del parque eólico *offshore* no actuaría en ningún caso como "barrera" o "pantalla" para esta especie, ya que la elevada distancia entre máquinas dispuesta en proyecto (500 m entre aerogeneradores y 1.000 m entre alineaciones) hace del polígono un área altamente permeable fácil de superar. Por otro lado, se ha tenido en cuenta la afección sobre las almadrabas caladas en el litoral suratlántico, 5 en total, cuyas capturas no se verán mermadas significativamente. Esto queda garantizado, en primer lugar, por

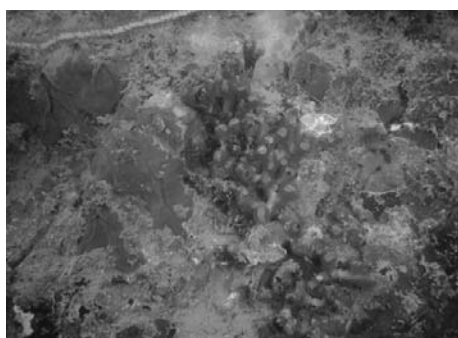


Figura 2. Vistas generales de comunidades adscritas a fondos rocosos y fondos blandos no vegetados (arenas libres de vegetación).



Figura 3. Principales rutas de las aves migratorias a través del Estrecho de Gibraltar.



Figura 4. Localización del caladero de pesca artesanal y de la zona autorizada para la pesca de arrastre.



Figura 5. Rutas de migración genética del atún rojo a través del Estrecho de Gibraltar y estimación de porcentajes de capturas de las diferentes rutas respecto al total.

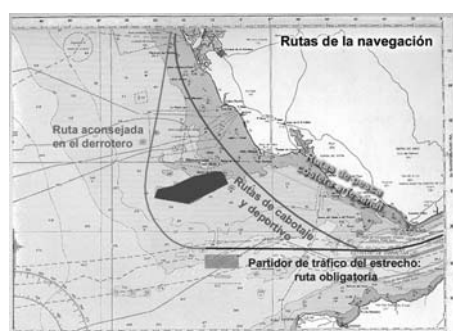


Figura 6. Principales rutas de navegación.

las razones esgrimidas anteriormente (no existe afección a las rutas —no solapamiento y elevada permeabilidad—) y, en segundo lugar, a que el reclutamiento al arte derivado de la migración paralela a costa resulta muy superior (entre un 70-80%) al que se incorpora directamente del océano Atlántico, perpendicular a la costa (20-30%).

- Navegación. Se ha estudiado, previo a la selección del emplazamiento, las principales rutas de navegación, tanto marítima como pesquera, de cabotaje y deportiva. El resultado (Figura 6) ha sido que la primera de ellas discurre por la zona exterior al polígono de instalación y las restantes están fijadas entre éste y la línea de costa. Por ello, puede considerarse que no existe afección ni solapamiento sobre las mismas.

Por otro lado, respecto a la *Planificación Tecnológica*, el proyecto incorpora una serie de elementos constructivos y técnicas de instalación de vanguardia, siempre dirigidas a minimizar los impactos ambientales sobre el medio. Así, se han desestimado todas

aquellas técnicas constructivas convencionales que suponen una alteración manifiesta sobre el medio receptor de la actividad, tal y como ha podido comprobarse en las vigilancias ambientales realizadas sobre otras instalaciones de la misma naturaleza.

De entre los elementos y técnicas estudiadas y diseñadas, caben destacarse las que se relacionan a continuación y de las que se esboza someramente su función y diseño.

- Diseño de la unidad estructural. La unidad estructural (Figura 7) está compuesta por el aerogenerador, la jaula de cultivo y, en la zona inferior, un biotopo de protección y regeneración para los caladeros cercanos.

La selección de estos componentes ha permitido diseñar un aprovechamiento, conjunto y sostenible, de los recursos naturales del emplazamiento seleccionado. Al potencial eólico existente debe unírsele el buen soleamiento (número elevado de horas de sol) y las características



hidrológicas de la zona (buena calidad del agua y elevada renovación) que permite el desarrollo de una acuicultura en mar abierto. Debe destacarse la solución planteada a los principales problemas ambientales que presenta la acuicultura en jaulas, la contaminación orgánica (pellet, sobranes de piensos, etc.). La acuicultura convencional suele ubicarse en zonas de corrientes limitadas debido al estrés adicional que ocasiona sobre las especies cultivadas (disminuye los ratios de crecimiento, incrementa los costes de producción y genera pérdidas de rentabilidad). Por ello, el hecho de localizar las jaulas en zonas confinadas (bahías y áreas de resguardo) trae consigo un aumento de la contaminación hidrológica y sedimentaria del entorno debido a la escasa renovación y a la sedimentación del material particulado procedentes de los cultivos. El emplazamiento donde se pretende ubicar el proyecto "Mar de Trafalgar" es una zona de corrientes importantes, pudiéndose alcanzar velocidades de 40 cm/s de mareas vivas. Para controlar el estrés de las especies cultivadas (minimizar la incidencia de estas corrientes) se plantea la interposición de un sistema de cajones, que se situarán automáticamente en la cara donde incida la corriente, atenuando la velocidad en el interior de la jaula de cultivo. El control del sistema se realizará de forma computarizada, integrando las señales de una serie de correntímetros instalados en la estructura, lo que permitirá un mantenimiento exhaustivo de las velocidades de corrientes. Así, por un lado, se garantiza la viabilidad del cultivo y, por otro, se evitan los riesgos medioambientales de concentración de contaminantes en el medio debido a la elevada renovación del sistema con la que no se cuenta en la acuicultura en jaulas convencional.

No obstante, debe aclararse que el ciclo de estos aportes "extras" de nutrientes derivado del cultivo de peces en mar abierto queda completamente cerrado con la inclusión, en la base de todas las jaulas, del biotopo incluido en la unidad estructural (Figura 8). Los aportes del material particulado sobrante que no pueda ser dispersado por las corrientes referidas sedimentarán sobre este biotopo, fertilizándolo y aumentando, con ello, su funcionalidad y productividad.

- Sistema de redes de la jaula de cultivo. Las redes de las jaulas convencionales deben ser tratadas periódicamente con productos antifouling para evitar el tapiado de la luz de malla, garantizándose con ello su funcionalidad. Estas sustancias suelen llevar asociadas compuestos que pueden llegar a ser perjudiciales para el medio, en el caso que se produzcan unas concentraciones de instalaciones importantes. Esto queda resuelto para el caso de las jaulas del proyecto que nos ocupa con la instalación de un sistema novedoso. Se trata de un sistema de rotación vertical de las redes en continuo de forma que cada tramo de la misma quede en exposición (fuera del agua), de forma periódica, el tiempo necesario que evite la proliferación de algas u otros organismos. Ese tiempo ha sido calculado en base a las necesidades vitales de las especies que pueden adherirse al sistema de redes, basando éste en el tiempo máximo de emersión que soportan. Así, se llega a controlar eficazmente y de forma natural la adhesión de fouling, evitándose la utilización de compuestos perjudiciales para el medio ambiente.
- Tecnología de cimentación. La tecnología de cimentación de las unidades estructurales está basada en micropilotes



Figura 7. Vista general de la unidad estructural.

(Figura 9). Esta tecnología, además de permitir la integración de las jaulas de cultivo en el complejo y poder cimentar a profundidades relevantes, evita tener que acometer dragados preliminares y minimiza el ruido submarino en el fondo. Con ello, se disminuyen las afecciones ambientales asociadas (resuspensión de partículas, aumento de la turbidez, afección a mamíferos marinos debido a los ruidos y vibraciones, etc.). Además, el

hecho de cimentar todas las estructuras sobre sedimentos no consolidados hace que no sea necesario hacer uso de voladuras ni ningún otro método agresivo con el entorno.

- Canalizaciones submarinas. Para llevar a cabo las canalizaciones submarinas, ya sean de interconexión o de evacuación eléctrica, se utilizará un escarificador tal y como el que muestra la Figura 10, Sea Stallion 4. Esta máquina introduce los

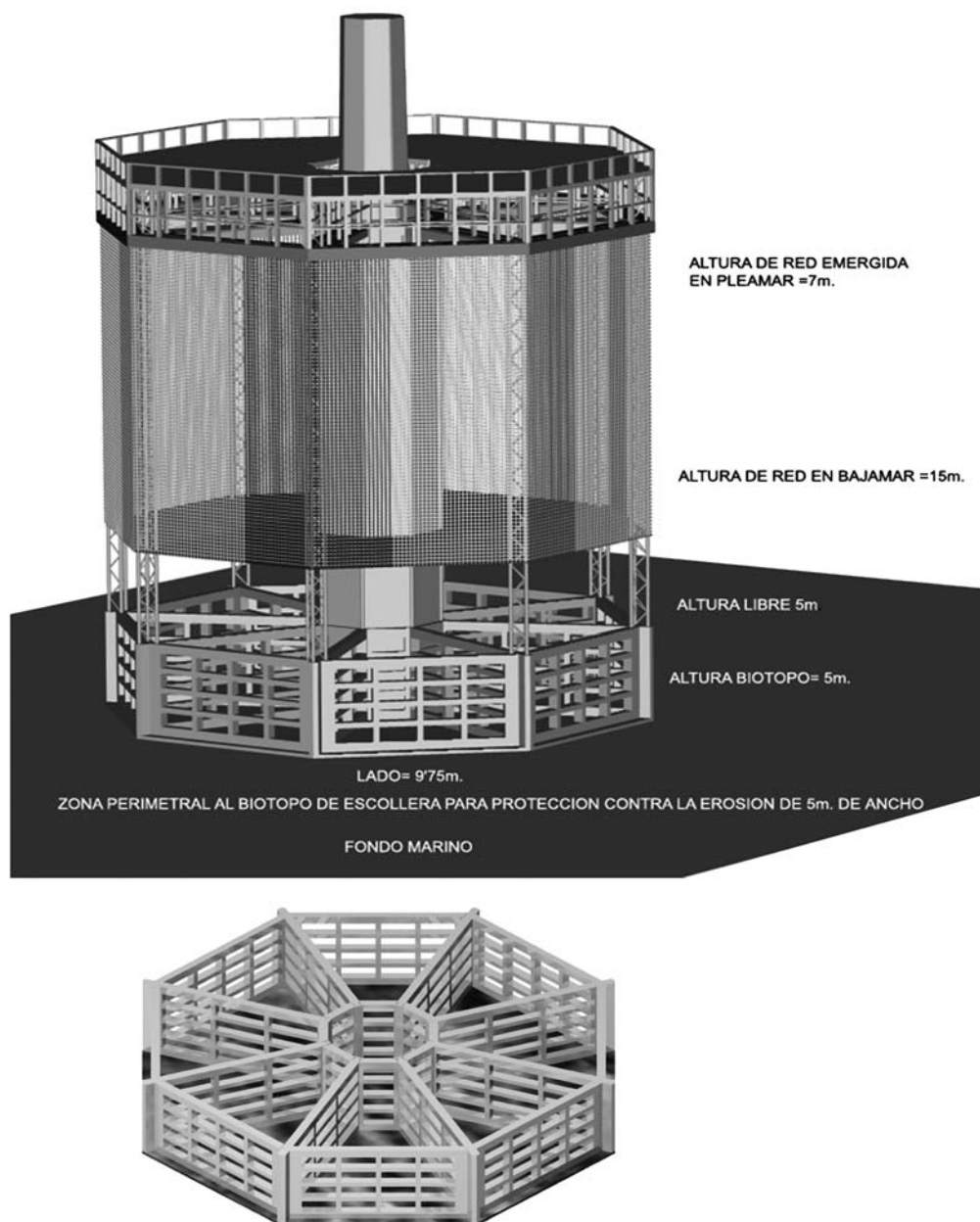


Figura 8. Vista general del módulo de cultivo de peces y biotopo asociado. Detalle del biotopo.

cables en el lecho marino sin necesidad de dragados (sedimentos no consolidados) ni voladuras (sustrato rocoso), restituyendo posterior y conjuntamente, el perfil del fondo marino. La utilización de esta maquinaria evita efectos de naturaleza similar a los expuestos en el apartado a para cimentaciones, garantizándose la minimización de los medioambientales asociados.

Al margen de todo lo visto, el peculiar diseño del proyecto "Mar de Trafalgar" ofrece una serie de oportunidades dirigidas a la potenciación y diversificación de la economía de la comarca jandëña, centradas fundamentalmente en el sector pesquero. De esta forma, la regeneración del caladero tradicional explotado por la flota artesanal de Conil y Barbate, mediante la introducción de biotopos de producción y la comercialización *in situ* de los productos derivados de la acuicultura, afianza las bases de una economía local, inmersa en la actualidad en claro proceso decadente.

Una vez finalizado este proceso preliminar se abordó el correspondiente estudio de impacto ambiental, el cual se encuentra en la actualidad en pleno proceso de revisión, adecuándose tanto al borrador de la guía metodológica que tiene previsto editar el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental) como al borrador del Real Decreto que regulará la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eólica marina.

No obstante, a modo de avance, pueden detallarse los resultados obtenidos en la identificación y valoración de los potenciales impactos, esbozándose las principales incidencias detectadas sobre las variables ambientales consideradas en el estudio. A fin de ofrecer las máximas garantías técnicas y metodológicas a la hora de redactar el documento referido, han sido utilizadas diferentes guías especializadas de publicación internacional, así como estudios de impacto y resultados concretos de planes de vigilancia de otros parques que actualmente se encuentran en monitorización, lo que ha permitido ajustar adecuadamente la selección de los elementos generadores y receptores de impactos y la intensidad prevista para los mismos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez desarrollado el proceso valorativo de impacto se obtuvo, de forma preliminar, una serie de resultados que se esbozan a continuación sucintamente:

- Para la redacción del EslA fueron utilizadas una serie de guías metodológicas específicas para la instalación de energía eólica *offshore*, de reconocido prestigio técnico a nivel europeo, a fin de dotar al proceso de evaluación del máximo grado de objetividad y fiabilidad. Esto permitió seleccionar adecuadamente los elementos generadores y receptores de impactos y sus interrelaciones, concretando el análisis de la situación pre y postoperacional, minimizando las posibles lagunas de conocimiento.
- La gran mayoría de las argumentaciones barajadas en la descripción y valoración de los impactos fueron fundamentadas en base a documentos científico-técnicos aceptados por la comunidad experta profesional, elaborándose, para aquellos aspectos de mayor relevancia, informes de carácter específico para el proyecto "Mar de Trafalgar".
- El análisis de las potenciales afecciones fue estructurado en fichas lo que ha permitido dotar al proceso de evaluación de la claridad y simplicidad adecuada, confiriéndole adicionalmente del esquema apropiado que evitase el solapamiento u omisión de cualquier concepto de importancia.



Figura 9. Detalle del micropilote de su estructura funcional.



Figura 10. Escarificador Sea Stallion 4.

- Como resultado de todo el proceso se identificaron 59 efectos nulos o poco significativos, 33 efectos compatibles, donde 20 son positivos y 13 negativos, y 13 efectos moderados, 12 positivos y 1 negativo. Como puede observarse, la mayoría de los efectos detectados fueron considerados de escasa repercusión ambiental, siendo además los positivos más numerosos que los negativos, lo que ofrece, en principio, cierta viabilidad ambiental al proyecto, además de un interés social manifiesto. Todo ello queda refrendado por la ausencia absoluta de efectos negativos de carácter moderado, severo o crítico, no detectándose vectores de impactos relevantes.
- El análisis de los medios potencialmente receptores de los impactos desprende que, calificados con impactos compatibles negativos, aparecen el medio inerte y el medio perceptual. Respecto al primero de ellos, la mayoría de los efectos negativos se concentraron durante la Fase de Construcción (compatible negativo), siendo durante la Fase de Funcionamiento positivos (compatible positivo), y de escasa relevancia en la Fase de Abandono o Clausura (nulos o poco significativos). En cambio, los efectos negativos del medio perceptual se concentraron, lógicamente, durante la Fase de Funcionamiento (compatible negativo), siendo las restantes fases del proyecto irrelevantes para el proceso valorativo (nulos o poco significativos).
- Por otro lado, los impactos compatibles positivos se manifestaron sobre las actividades económicas, los usos no económicos, las infraestructuras y el medio biótico. A excepción de los dos últimos, con impacto nulo o poco significativo e impacto compatible negativo respectivamente durante la Fase de Construcción, el resto se manifestaron positivamente en las tres fases del proyecto (Construcción, Funcionamiento y Abandono o Clausura).
- El medio cultural, por último, presenta impacto nulo o poco significativo, concentrándose exclusivamente durante la Fase de Construcción, siendo inexistentes para el resto de las fases.
- De las tres fases del proyecto, la que incide más positivamente en el proceso valorativo es la de Abandono o Clausura, no detectándose impactos negativos sobre ninguna de las variables consideradas. Seguidamente, la Fase de Funcionamiento tan sólo presenta un solo vector negativo centrado sobre el medio perceptual y la de construcción los impactos positivos y negativos se igualan. De esto puede obtenerse que la mayor parte de las medidas dirigidas a la minimización de los impactos se centrarán sobre la Fase de Construcción, debiéndose concentrar sobre ella los principales esfuerzos de monitoreo ambiental incluido en el Programa de Vigilancia Ambiental.
- El efecto más destacable dentro del medio inerte se ha manifestado sobre la variable ambiental aire durante la Fase de Funcionamiento, debido al ahorro de emisiones contaminantes que supondrá la puesta en marcha de los parques eólicos proyectados, siendo considerados positivos y de intensidad manifiesta. En lo relativo a los efectos negativos decir que se prevé que aparezcan, exclusivamente, durante la Fase de Construcción, incidiendo sobre las variables ambientales aire y agua. Para la primera de ellas, la resuspensión de partículas de polvo derivada del movimiento de materiales de construcción y el tránsito de maquinaria pesada sobre zonas no pavimentadas o con material particulado sobre el piso se configuran como los principales vectores de impacto. No obstante, la escasa intensidad detectada y la facilidad de atenuación de los mismos (directrices de limpieza y actuación a incluir en el proyecto de construcción) hacen que estos efectos no se manifiesten de forma relevante. Para el caso de la variable ambiental agua, los efectos pueden derivarse de la incorporación de partículas de sedimentos y sustancias no deseables incluidas en él a la columna de agua debido a las labores de cimentación y cableado. La tecnología de última generación propuesta, cimentación por micropilotes y el uso de un escarificador para la instalación del cableado submarino, hace que la manifestación de este tipo de efectos sea mínima.



- Los efectos positivos sobre el medio biótico han superado con creces a los negativos, siendo mayor en número e intensidad. La incorporación de sustrato duro, escolleras y biotopos (estos últimos en etapas posteriores), en zonas de baja biodiversidad y escasa riqueza ecológica, como es el caso de los fondos arenosos receptores, inducirá a una mejora clara y manifiesta del ecosistema marino. Ello permitirá el asentamiento de nuevas especies que serán en principio pioneras y posteriormente pertenecientes a eslabones superiores de la sucesión ecológica, colonizándose a medio plazo las estructuras fondeadas. Esto no sólo repercutirá positivamente sobre las comunidades nectobentónicas allí presentes, sino que, indirectamente, el resto de variables ambientales bióticas se beneficiarán de forma adicional, ya sea por contar con un nuevo recurso trófico, por encontrar el hábitat adecuado para la reproducción y/o cría, por hacer uso de la zona como cobijo ante depredadores o por estar libre de actividades extractivas agresivas con los fondos marinos. Este escenario y la intensidad de los efectos comentados han sido considerados fundamentales para la calificación definitiva del efecto sobre el medio biótico, presentando una compatibilidad positiva y manifiesta con el entorno receptor. En cambio, los efectos negativos detectados presentan una intensidad sensiblemente menor, siendo la afección sobre las comunidades nectobentónicas presentes en el estado preoperacional (de fondo blando y poco diversas), y las incertidumbres detectadas sobre algunos de los aspectos etológicos de determinadas especies de peces pelágicos, mamíferos y quelonios marinos ante la presencia de los parques eólicos, los principales vectores de impacto revelados. Sin embargo, no puede citarse ninguna afección negativa manifiesta sobre estos grupos animales. Por último, respecto a la avifauna no se han detectado incidencias de importancia, ni sobre las marinas o residentes ni sobre las migratorias, siendo en todo caso sus afecciones catalogadas como poco significativas.
- Respecto al medio perceptual las incidencias negativas fueron detectadas, exclusivamente, en la Fase de Funcionamiento, centrándose en la presencia y funcionamiento de los parques eólicos.

En primer lugar, la visualización de los aerogeneradores desde costa será muy limitada debido a la elevada distancia que los separa y a las continuas nieblas y brumas típicas del Estrecho de Gibraltar que hace que el horizonte virtual marino se sitúe por delante de las máquinas más cercanas. Esto haría que este efecto fuese poco significativo si no fuese por la incertidumbre que ello genera sobre los receptores directos del mismo, que estiman *a priori* que la percepción de las máquinas será posible. En lo referente a los niveles de ruidos derivados del funcionamiento de los aerogeneradores se puede decir que, si bien los valores modelizados a distancias relativamente cortas se situarán por debajo del ruido de fondo, en el interior del polígono serán algo más relevantes. No obstante, esta incidencia tan sólo se manifestará, de forma muy puntual y localizada, sobre los operarios encargados del mantenimiento y sobre los animales que puedan llegar a cruzar el interior del polígono de instalación, siendo por ello de escasa entidad e intensidad.

- Los efectos negativos derivados del proyecto "Mar de Trafalgar" sobre las variables incluidas en las Actividades Económicas serán casi inexistentes. Tan sólo cabría destacar la puntual modificación de unas de las derrotas de navegación (5 millas de resguardo a los aerogeneradores), que, por seguridad, debería desplazarse hacia una zona alejada del polígono de instalación y la afección irrelevante y perfectamente solventable sobre los faros y otras marcas de señalización y algunos sistemas de navegación. No obstante, la instalación de los parques eólicos no constituirá, en sí misma, la introducción de peligros u obstáculos a la navegación que no sean superables. Por otro lado, respecto a los efectos positivos se pueden destacar los que incidirán sobre la actividad pesquera, debido a la supuesta mejora de los caladeros con las actuaciones previstas, sobre la actividad industrial debido al propio desarrollo del proyecto, sus actividades inducidas y la incorporación de elementos infraestructurales de importancia para el desarrollo del sector, y sobre el turismo, ya que esta actuación incorpora una serie de componentes que funcionarán como focos de atracción de visitantes (buceo y pesca deportiva, visita a los parques eólicos,

acuarium, etc.). Todo ello, ha posibilitado que el efecto sobre las actividades económicas en general sea positivo y de una intensidad manifiesta.

- El impacto global sobre los usos no económicos fue considerado como positivo con una intensidad moderada. Esta calificación se basa fundamentalmente en los resultados obtenidos para la variable ambiental Calidad de Vida y Empleo, donde se han concentrado la totalidad de los efectos positivos detectados en este caso. A las oportunidades manifiestas que ofrece el proyecto "Mar de Trafalgar" para mejorar la tasa de empleo de la comarca y que han sido detalladas en la ficha correspondiente (incorporación de un tejido industrial relevante, diversificación de la economía, nuevas oportunidades para el sector pesqueros, etc.), se le suma la mejora en la calidad de vida que supone el cambio particular de la estructura energética. Esto quedaba constatado en el Análisis del Ciclo de Vida que, en base a las normas ISO 14.040, ISO 14.041, ISO 14.042 e ISO 14.043, desarrollaron un grupo de entidades encabezadas por el IDAE, donde se concluía que el desarrollo de energías renovables (considerando todo el proceso, es decir, desde la fabricación de sus componentes hasta la generación eléctrica), y, en concreto, la eólica llevaba asociado unos vectores de impactos muy reducidos lo que repercutiría, a medio plazo, en una mejora sustancial de los parámetros medioambientales del entorno, manifestándose, en última instancia, sobre la calidad de vida de los habitantes. Por otro lado, el único efecto negativo constatado versaba sobre la aceptación social del proyecto, en el que, según los resultados del proyecto WINDTOUR, las relativas reservas de los habitantes de la zona se deben a la sesgada percepción de los mismos debido al modelo de desarrollo eólico obsoleto que soporta la comarca tarifeña.
- Las infraestructuras se verán afectadas positivamente, tanto las portuarias como las industriales, al incorporarse una serie de elementos al entramado infraestructural de la comarca. Con ello se completarán, en algunos casos, y generarán, en otros, los servicios que oferta actualmente la zona, repercutiendo indirectamente en el desarrollo económico y social de la población de Barbate. Cabe hacer especial hincapié en las infraestructuras que serán cedidas al

puerto una vez finalice la Fase Constructiva (naves industriales, sincrolift, etc.) y en la potencial incorporación, en sucesivas etapas del proyecto, de instalaciones dirigidas a la acuicultura y a la investigación y educación.

- Respecto al medio cultural decir que los efectos han sido catalogados como nulos debido, en primer lugar, a la ausencia de restos documentados y/o catalogados en el polígono de instalación y, en segundo lugar, a las cautelas y estudios de prospección incorporados en el proyecto, que mitigan e incluso hacen improbable la aparición de cualquier tipo de efecto sobre el patrimonio cultural que pueda estar presente en la zona.

Todo lo expuesto en las conclusiones presentadas anteriormente puede ser consultado de forma esquemática en el cuadro que a continuación se presenta (Tabla 1), siendo su principal objetivo facilitar la visualización y comprensión de lo expuesto hasta ahora.

#### 4. CONCLUSIONES

Como principal conclusión se puede decir que el proyecto "Mar de Trafalgar" se presenta como una oportunidad única para el futuro desarrollo del capital social y económico de la comarca objetivo, incorporando las directrices adecuadas para fomentar, de forma coherente, la reactivación y diversificación del modelo económico actual.

Adicionalmente, debido a la filosofía de sostenibilidad, conservación y mejora ambiental de la que hace gala este proyecto, la consecución de los objetivos planteados lleva asociado unos costes ambientales que, como han podido comprobarse, han sido considerados casi irrelevantes, potenciándose paralelamente determinados vectores ambientales en aras de la conservación y bioestructuración de las comunidades biológicas presentes. Esto ha implicado que la formulación de Medidas de Carácter Corrector y/o Protector y la posterior evaluación de los impactos residuales carezcan, en principio, de sentido práctico. Esto ha sido posible debido a la incorporación, desde la génesis del proyecto, de esta consultora ambiental en el equipo de diseño del mismo, la cual ha velado por la conservación de los parámetros naturales y ecológicos implicados, incluyendo, a medida que se ha ido

**Tabla 1. Recopilación, por variables ambientales, de los principales efectos detectados, tanto de carácter positivo como negativo**

Variable ambiental	Efectos negativos	Efectos positivos
Medio inerte	Incorporación de partículas de sedimentos a la columna de agua (mínimo con la tecnología aplicada)	Ahorro de emisiones contaminantes
Medio biótico	Afección a las comunidades nectobentónicas presentes e incertidumbres en peces pelágicos, mamíferos y quelonios marinos	Incorporación de sustrato duro que mejora el hábitat para la reproducción y/o cría, ofrece cobijo ante depredadores y evita actividades extractivas agresivas con los fondos marinos
Medio perceptual	Visualización de los aerogeneradores limitada por la distancia y las continuas nieblas y brumas. Niveles de ruido por debajo de los niveles de fondo (Estimación)	---
Actividades económicas	Modificación puntual de una de las derrotas de navegación (5 millas de resguardo al polígono de instalación)	Mejora del caladero, desarrollo de una actividad industrial asociada y fomento del turismo (foco de atracción)
Usos no económicos	Aceptación social. Visión sesgada de la realidad	Aumento de la calidad de vida y el empleo potenciado por la incorporación de un tejido industrial relevante, la diversificación de la economía, las nuevas oportunidades para el sector pesquero y el cambio particular de la estructura energética
Infraestructuras	---	Cesión de infraestructuras auxiliares e incorporación sucesiva de instalaciones dirigidas al fomento de acuicultura, investigación y educación
Medio cultural	Nulos por la ausencia de restos documentados y/o catalogados y por las cautelas y estudios de prospección incorporados en el proyecto	

avanzando en la concepción del mismo, todas aquellas medidas que consideraba importantes para evitar y minimizar los efectos derivados del proyecto.

Por último, tan sólo restaría diseñar un plan de vigilancia ambiental acorde con la envergadura e importancia de las actuaciones que se tienen previstas. De este modo, las acciones de monitorización previstas en el avance del presente estudio de impacto ambiental pasan por la creación de un equipo auditor externo que verifique la correcta aplicación y eficacia de las medidas recogidas en el plan, las comprobaciones directas y de detalle, la integración y análisis continuo de la información generada en el proceso, una correcta toma de decisiones donde prime la retroalimentación en el ámbito de diseño continuo y, por último, una difusión y publicación lo más amplia posible de los resultados por etapas dispuesto en un marco de total transparencia y participación ciudadana.

En conclusión, la particularidad y singularidad del proyecto de aprovechamiento integral de recursos naturales "Mar de Trafalgar" ha supuesto y supone un cambio conceptual en el diseño y evaluación de los estudios de impacto ambiental, planteando de igual forma un nuevo *modus operandi* en lo que a la planificación y desarrollo de proyecto se refiere, enfocado éste desde una concepción lo más generalista posible y no centrándose en el desarrollo eólico *offshore* exclusivamente. Ello ha permitido contemplar, barajar y seleccionar alternativas reales, aspecto de difícil incorporación en los métodos convencionales, así como incidir en los mecanismos de impactos más significativos a fin de minimizar al máximo los impactos potenciales. Todo ello, bajo una óptica integradora, donde se ha conseguido aunar el desarrollo industrial y económico de una comarca con la protección y respeto del medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abarzuza, J.: *Sónar de Barrido Lateral y Penetrador de Sedimentos. Aplicación en Hidrografía*. Instituto Hidrográfico de la Marina, San Fernando (Cádiz), 1991, 207 pp.
- Albuquerque, F.: *Metodología para el Desarrollo Económico Local*. Instituto latinoamericano y del Caribe de Planificación, CEPAL. Santiago de Chile, 1997.
- Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía: *Recursos Naturales de Andalucía*. Altener Programme. *Methodological Guidelines for the Environmental and Socioeconomic Impact Assessment of Offshore Windfarms in Touristic Areas*, 2001.
- Analistas Económicos de Andalucía: *Informe anual del sector agrario en Andalucía*. Editorial Unicaja, Málaga, 2000.
- Analistas Económicos de Andalucía: *El Sector Agrario en Andalucía 1990-1999*. Editorial Unicaja, Málaga, 2000.
- Ayuntamiento de Barbate: *Plan de Acción de Barbate*, 2001.
- Balanyá, J. C. y García-Dueñas, V.: Les directions structurales dans le Domaine d'Alborán de part et d'autre du Detroit de Gibraltar. *Comptes Rendues de la Academie Sciences de París*, 304(2), 1987, pp. 929-932.
- Barros, D. y Ríos, D.: *Guía de aves del Estrecho de Gibraltar. Parque Natural "Los Alcornocales" y Comarca de La Janda*. Orni tour, s.l., Cádiz, 2002.
- Barragán, J. M. et al.: *Agenda 21 Litoral de La Janda. Hacia un desarrollo sostenible*. Diputación de Cádiz.
- Barragán, J. M. et al.: *Guía de buenas prácticas del litoral Gaditano*. Diputación de Cádiz, 2002.
- Bernabé, A.: "Los ganaderos del mar: la almadraba barbateña en Antropología de la Pesca". *VIII Congreso de Antropología*. Santiago de Compostela, 1999.
- Bernis, F.: *Migración en aves. Tratado teórico y práctico*. SEO, Madrid, 1966.
- Bernis, F.: *Migración de falconiformes y ciconia spp. por Gibraltar, verano-otoño 1972*. Primera parte, *Ardeola* 19 (1974): 151-224.
- Berthold, P.: *Bird Migration-A general survey*. Oxford university press, 2001.
- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Cádiz: *Cádiz en Cifras 2001*.
- Ceballos, J. y Guimerá, Víctor: *Guía de las aves de Jerez de la Frontera y la provincia de Cádiz*. BUC. Biblioteca de Urbanismo y Cultura, Jerez, Cádiz, 1992.
- Christensen, T. K., Clausager, I. & Petersen, I. K.: 2002. *Baseline investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction*. NERI Report 2003, 64 pp.
- Comisaría General de España en la Expo de Lisboa'98: *Foro de debate sobre el mar y sus problemas*. Tomo III. Ed. Sociedad Estatal Lisboa'98, 1998.
- Comisión Europea: *Nuevas perspectivas para el empleo en el sector pesquero*, 2000.
- Comisión Europea: *Libro Verde. El Futuro de la Política Pesquera Común*.
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT): *Informe de la reunión del Comité permanente de investigaciones y estadísticas (SCRS)*, 2000.
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT): *Informe de la reunión del Comité permanente de investigaciones y estadísticas (SCRS)*, 2001.
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT): *Propuesta año del atún rojo (BYP): progresos alcanzados en 2002 y perspectivas de futuro*, 2003.
- Comisión de Pesca del Parlamento Europeo: *La acuicultura en la Unión Europea: presente y futuro*, 2002.
- Conesa Fernández-Vitoria. Gula metodológica para la evaluación del impacto ambiental. V. ediciones Mundi-Prensa, 1993
- Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía: *Estudio de Localización de Zonas Idóneas para el Desarrollo de la Acuicultura en el Litoral Andaluz*, 2001.
- Consejería de Agricultura y Pesca: *Plan de Modernización del Sector Pesquero Andaluz*. Junta de Andalucía, 1997.
- Consejería de Agricultura y Pesca: *Iniciativa Comunitaria LEADER + (2000-2006)*. Junta de Andalucía, 2000.
- Consejería de Agricultura y Pesca: *Evolución de la producción pesquera en Andalucía: 1985-1999*. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía, 1999.
- Consejería de Obras Públicas y Transportes: *Directrices Regionales del litoral de Andalucía*. Junta de Andalucía, 1999.
- Consejería de Obras Públicas y Transportes: *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. Bases y Estrategias*. Junta de Andalucía, 1000.
- De Juana, E.; Bradley, P.; Varela, J. y Witt, H.-H.: "Sobre los movimientos migratorios de la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*)", *Ardeola* 34(1), 1987, pp. 5-24.



- De Juana, E. y Varela, J.: *Guía de las aves de España. Península, Baleares y Canarias*. Lynx edicions, Barcelona, 2000.
- Del Moral, J. C. & Martí, R. (eds.): *El Alimoche Común en España y Portugal* (I censo coordinado). Año 2000. Monografía nº 8. SEO/BirdLife, Madrid, 2002.
- Department of Trade and Industry: *An assessment of the environmental effect of offshore wind farms*, ETSU, 2000.
- Department of Trade and Industry: *Effects of offshore wind energy developments in navigation and commercial shipping*. ETSU, 1999.
- Department of Trade and Industry: *The mynydd y cemmaes windfarm impact study- volum IIE- Económico impact: Final Report*. ETSU, 1995.
- Díaz, M., Tellería, J. L., Asensio, B.: *Aves ibéricas. I. No Paseriformes*. J. M. Reyero Editor, Madrid. 1996.
- Diputación de Cádiz: *Anuario socioeconómico de la provincia de Cádiz*. Diputación de Cádiz, 1999.
- Diputación de Cádiz: *Plan especial supramunicipal de ordenación de infraestructuras de los recursos eólicos en la comarca de la Janda (Cádiz)*. Diputación de Cádiz, 2000.
- EPPA: *Memoria de Gestión 2001*. Junta de Andalucía, 1999.
- FAO: *Proyect FAO COPEMED/Grandes Pelágicos*, 2000.
- Florido del Corral, D.: "Posibilidades y limitaciones de la pesca artesanal en el litoral gaditano del Estrecho en Antropología de la Pesca", *VIII Congreso de Antropología*. Santiago de Compostela, 1999.
- Florido del Corral, D.: *Consejería de Agricultura y Pesca*, 2001.
- Franco, A. y Rodríguez, M.: *Libro Rojo de los vertebrados Amenazados de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla, 2001.
- García Del Hoyo, J. J. et al.: *Analysis of Tuna Tramps Fishing in Spain*, Universidad de Huelva, 2002.
- García del Hoyo, J. J. (coord.): *Análisis bioeconómico y estadístico de pesquerías artesanales andaluzas*. Consejería de Agricultura y Pesca, 2002.
- Greepeace: *Viento en Popa*, junio, 2003.
- Greenpeace y Global Wind Energy Council (GWEC): *Perspectivas globales de la energía eólica*, septiembre de 2006.
- Grupo Ornitológico del Estrecho (1993): "Monográfico limícolas", *Boletín Ornitológico Milvus*, 4: 5-41.
- Guillemette, M., Kyed, J., Clausager, I.: "Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks", *NERI Technical Report 27* (1998), 63 pp.
- Guillemette, M. ; Kyed, J. ; Clausager, I.: "Assessing the impact of the Tuno Knob wind park on sea duck: the influence of food resources". *NERI Technical Report No 263* (1999), 21 pp.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 1997*. Junta de Andalucía, Sevilla, 1998.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 1998*. Junta de Andalucía, Sevilla, 1999.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 1999*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2000.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 2000*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2001.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 2001*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2002.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 2002*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2003.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 2003*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2004.
- Instituto de Estadística de Andalucía: *Anuario Estadístico de 2004*. Junta de Andalucía, Sevilla, 2005.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE): *Plan de Fomento de las Energías Renovables de España 2005-2010*.
- Larry W. Canter: *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. Segunda Edición, 1997.
- Ministerio de Defensa: *Derrotero Número 2. (Tomo II)*. Instituto Hidrográfico de la Marina, 1999.
- Offshore Wind Energy: *Ready to power a sustainable Europe*. Concerted Action On Offshore Wind Energy In Europe (CA-OWEE), December 2001.
- Offshore Wind Farms: *Guidance note for Environmental Impact Assessment in respect of FEPA and CPA requirements*. CEFAS, DTLR y DFRA. November 2001.
- Paterson, A.: *Las aves marinas de España y Portugal*. Lynx Edicions, Barcelona, 1997.
- Paterson, A.: *Aves marinas, de la península ibérica, Baleares y Canarias*. Edilesa. León, 2002.
- Percival, S.M.: *Assessment of the effects of offshore wind farms on birds*, 2001.
- PNAWPPM-III: *Proceeding of National Avian-Wind Power Planning Meeting III*, San Diego, California, May 1998. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., 2000, 202 pp.
- Purroy, F. J.: *Atlas de las aves de España*. SEO-Birdlife, Lynx edición, Barcelona, 2000.